

ISBN : 978-979-1165-74-7



PROSIDING
Seminar Nasional
Sains dan Teknologi-II

17-18 November 2008

Lembaga Penelitian
Universitas Lampung
2008



PROSIDING

Seminar Nasional Sains dan Teknologi

17- 18 November 2008

Penyunting :

Dr. John Hendri, M.Si

Dr. Eng. Admi Syarif

Dr. Irwan Ginting Suka, M.Sc

Wasinton Simanjuntak, Ph.D

Dr. Suropto Dwi Yuwono, M.T

Drs. Simon Sembiring, Ph.D

Ir. Wahyu Eko Sulistiyo, M.Sc

Drs. Bambang Irawan, M. Sc

Dr. Bartoven Vivit Nurdin

Dr. Ahmad Zakaria

Dr. Sutopo Hadi

Dr. Tugiyono

Penyunting Pelaksana:

Yasir Wijaya, S.Si

Anwar, A.Md

Ardiansyah

Prosiding Seminar Hasil-Hasil
Seminar Sains dan Teknologi :
November 2008 / penyunting,
John Hendri ... [et al.].—Bandar
Lampung : Lembaga Penelitian
Universitas Lampung, 2008.
xii +3029 hlm. ; 21 x 29,7 cm
ISBN 978-979-1165-74-7

Diterbitkan oleh :

LEMBAGA PENELITIAN UNIVERSITAS LAMPUNG
Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro no. 1 Gedungmeneng
Bandarlampung 35145
Telp. (0721) 705173, 701609 ext. 136, 138,
Fax. 773798,
e-mail : lemlit@unila.ac.id



Ismujianto dan Isdawimah	108
13. PERANCANGAN KAPASITOR JALAN UNTUK MENGOPERASIKAN MOTOR INDUKSI 3-FASA PADA SISTEM TENAGA 1-FASA ¹ Zuriman Anthony, ¹ Novi Gusnita, ¹ Dahli Marzuki, ¹ Oky Saputra, ¹ Aditya Gunarsa, ¹ Eko Pranachandra, ¹ Sanawiyah, ² Refdinal Nazir	118
14. APLIKASI QFD DALAM PERANCANGAN DAN PENGEMBANGAN PRODUK Nurul Iman Supardi dan Zuliantoni.....	126
15. RANCANG BANGUN SISTEM TELEMETRI UNTUK WAHANA UDARA TAK-BERAWAK Muhamad Komarudin.....	137
16. SIMULASI PENCARIAN RUTE TERPENDEK DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA A* (A-STAR) Novie Theresia Br. Pasaribu, Daniel Setiadikarunia, Agus Gustriana.....	147
17. PENGEMBANGAN SISTEM PENGOLAHAN DATA RADAR VHF LAPAN ¹ M. Sjarifudin, ¹ A. Kurniawan, ¹ P. Sitompul, ¹ M. A. Aris, ¹ H. Bangkit, ¹ M. Batubara, ² J. R. Roettger	156
18. SISTEM PENGONTROL RADAR VHF LAPAN ¹ M. Batubara, ¹ M. Sjarifudin, ¹ A. Kurniawan, ¹ P. Sitompul, ¹ M. A. Aris, ¹ H. Bangkit, ² J. R. Roettger	167
19. STUDI PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HYDRO (APLIKASI DI DESA RANTAU SULI KEC. SUNGAI TENANG – KAB. MERANGIN – JAMBI) Asnal Effendi, Arpandi Arif	176
20. ANALISIS POLARISASI DAN FUNGSI TRANSFER EMISI SINYAL ULF DAN KAITANNYA DENGAN GEMPA BUMI DI INDONESIA Sarmoko Saroso	187
21. PENGGUNAAN MULTIMEDIA DAN HAND OUT TAK LENGKAP DALAM MENINGKATKAN AKTIVITAS DAN HASIL BELAJAR MAHASISWA TEKNIK ELEKTRO PADA MATA KULIAH ELEKTRONIKA DAYA Sepannur Bandri.....	197
22. PENGENDALI KECEPATAN PENGADUK DAN TEMPERATUR PADA ALAT PENCAMPUR OTOMATIS Djati Handoko ¹ , Arief S, Hervina M Fitria	213
23. STUDI JANGKA PANJANG POLA SQ YANG TERAMATI DARI REKAMAN DATA MAGNETOMETER DI BIAK, INDONESIA La Ode Muhammad Musafar K.....	224
24. STUDI EFISIENSI NON-ISOLATED DC-DC CONVERTER ¹ Arief Suryadi S dan Teguh Praludi	233



APLIKASI QFD DALAM PERANCANGAN DAN PENGEMBANGAN PRODUK

Nurul Iman Supardi dan Zuliantoni

Teknik Mesin Universitas Bengkulu
Jl. Raya kandang limun – Bengkulu
email: mastonunib@yahoo.com, Zulian_75@yahoo.co.id

ABSTRAK

Metode QFD memungkinkan tim pengembang produk dapat mengidentifikasi keinginan dan kebutuhan customer dengan jelas, kemudian mengevaluasi masing-masing kemampuan produk atau kemampuan pelayanan yang ditawarkan secara sistematis guna memenuhi kebutuhan customer. Tujuan penelitian ini adalah menerapkan metode QFD dalam proses perancangan dan pengembangan produk yang melibatkan customer, sehingga hasil dari proses perancangan tersebut benar-benar menjawab kebutuhan customer. Berdasarkan analisis house of quality, maka tim pengembangan produk kunci memprioritaskan pada, rumah kunci, system mekanis, dan minimized perunggu.

Kata kunci: QFD, perancangan, pengembangan

1. PENDAHULUAN

Desain produk merupakan hal yang sangat penting dalam bidang manufaktur. Desain produk yang baik akan dapat meningkatkan produktivitas. Permasalahan yang selama ini muncul diantaranya adalah:

1. *Design cost* yang tinggi, hampir 70 % dari biaya produksi.
2. Teamwork antara *Designer* dan *Manufacturer* kurang harmonis. Diantara mereka masih terdapat *gap* atau pemisah.
3. Metode desain yang masih konvensional, tetapi pada bagian *Manufacture* sudah memiliki peralatan yang canggih dan berteknologi tinggi dan belum memiliki sumber daya manusi yang *qualified*.

Untuk itu, setiap industri dalam merancang dan mengembangkan produk yang baik, akan melakukan langkah yang berbeda-beda tergantung dari jenis industri tersebut. Namun secara umum metode untuk merancang dan mengembangkan produk dapat digambarkan seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Metode *product design and development*

Sebelum *product design* dimulai, kebutuhan untuk produk tersebut harus ditetapkan lebih dulu. Sumber yang dapat digunakan untuk hal tersebut adalah pasar, yang merupakan kebutuhan *customer* dan pengembangan teknologi baru. Kebutuhan *customer* merupakan faktor

yang tidak bisa ditinggalkan dalam mengembangkan suatu produk. Karena bagaimanapun juga, produk yang sudah dibuat, selanjutnya akan dijual ke pasar. Guna mendapatkan informasi tentang kebutuhan *customer* dapat dilakukan:

- 1- Tanya jawab langsung kepada *customer*
- 2- Menyebarkan kuisioner kepada *customer*
- 3- Mempelajari dan mengembangkan produk yang sudah ada

Hal ini bisa dilakukan dengan memakai metode *QFD* (*Quality Function Development*). *QFD* merupakan metode yang digunakan untuk mendapatkan permintaan atau keinginan pasar/*customer* yang sebenarnya.

Tujuan dari penyusunan makalah ini adalah:

- 1- Membuat rancangan kualitas dari suatu produk berdasarkan atas permintaan kualitas dari *customer* atau pasar.
- 2- Menerapkan *QFD* kedalam proses perancangan dan pengembangan produk.
- 3- Mengetahui peran *QFD* dalam proses perancangan dan pengembangan produk.
- 4- Mempelajari proses perancangan produk yang melibatkan *customer*, sehingga hasil dari proses perancangan tersebut benar-benar menjawab kebutuhan *customer*.

Metode

Guna melibatkan *customer* dalam proses perancangan dan pengembangan produk, diperlukan suatu proses pencarian data tentang hal yang menjadi kebutuhan pasar. Kebutuhan pasar tersebut dapat digali dari keinginan dan kebutuhan *customer*. Untuk dapat memperoleh informasi tentang keinginan dan kebutuhan *customer*, diperlukan suatu metoda umum dilakukan, yaitu:

- Wawancara langsung dengan *customer*
- Kuisioner

Mengingat waktu yang tersedia sangat singkat, pencarian informasi tentang keinginan dan kebutuhan *customer* dilakukan dengan metode kuisioner.

Nama Produk dan Customer

Nama produk yang dipilih untuk dikembangkan adalah Kunci Pintu (*Door Lock*).

Fungsinya adalah:

- (1) Sebagai pengunci pintu dalam jangka pendek (1 – 5 menit)
- (2) Sebagai pengunci pintu dalam jangka panjang (lebih dari 5 menit)
- (3) Sebagai pengamanan barang-barang berharga dari bahaya pencurian

Pemakaiannya adalah pada:

- (1) Pintu Rumah
- (2) Pintu Kamar

Adapun *Customer* yang dipilih dan dilibatkan dalam proses perancangan dan pengembangan produk, harus disesuaikan dengan jenis produk yang dikembangkan. Adapun *customer* yang dilibatkan dalam pengisian kuisioner „Kunci Pintu“ ini adalah:

- Mahasiswa D3 Politeknik Negeri Malang
- Mahasiswa S2 Teknik Mesin, ITS Surabaya.

2. HASIL PENELITIAN

Data hasil dari kuisioner yang sudah diisi dan dikembalikan, kemudian diolah dan dirangkum untuk dijadikan dasar dalam membuat “Permintaan Kualitas *Customer* (PKC)” atau “*Voice of Customer (VoC)*”. Berdasar dari PKC yang sudah diperoleh tersebut, selanjutnya dapat digunakan untuk membangun *House of Quality (HoQ)*.


a. Penilaian Permintaan Kualitas *Customer* (PKC)

		Perbandingan PKC												
		Bahan		Estetika		Safety			Pengoperasian					
		PKC 1: Bahan Kunci Pintu	PKC 2: Bahan Anak Kunci	PKC 3: Warna Kunci Pintu	PKC 4: Bentuk Tangkai	PKC 5: Bentuk Anak Kunci	PKC 6: Model Kunci Pintu	PKC 7: Sistem Penguncian	PKC 8 : Dengan Tangkai	PKC 9: Tanpa Remote Control	PKC 10: Tanpa Timer Control	PKC 11: Ukuran Kunci Pintu	PKC 12: Pabrik	PKC 13: Umur Kunci Pintu
Bahan	PKC 1: Bahan Kunci Pintu	0	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	2
	PKC 2: Bahan Anak Kunci	3	0	1	1	3	2	3	2	1	1	2	2	3
Estetika	PKC 3: Warna Kunci Pintu	3	3	0	2	3	3	3	3	2	2	3	3	3
	PKC 4: Bentuk Tangkai	3	3	2	0	3	3	3	3	2	2	3	3	3
Safety	PKC 5: Bentuk Anak Kunci	2	1	1	1	0	1	2	1	1	1	1	1	2
	PKC 6 : Model Kunci Pintu	3	2	1	1	3	0	3	2	1	1	2	2	3
	PKC 7: Sistem Penguncian	2	1	1	1	2	1	0	1	1	1	1	1	2

Pengoperasian	PKC 8: Dengan Tangkai	3	2	1	1	3	2	3	0	1	1	2	2	3
	PKC 9: Tanpa <i>Remote Control</i>	3	3	2	2	3	3	3	3	0	2	3	3	3
	PKC 10: Tanpa <i>Timer Control</i>	3	3	2	2	3	3	3	3	2	0	3	3	3
	PKC 11: Ukuran Kunci Pintu	3	2	1	1	3	2	3	2	1	1	0	2	3
	PKC 12: Pabrik	3	2	1	1	3	2	3	2	1	1	2	0	3
	PKC 13: Umur Kunci Pintu	2	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	0
	Σ	33	24	15	15	33	24	33	24	15	15	24	24	33

Phase 2: Rancangan Produk

b. Pertimbangan *Performance* Kualitas Konstruksi (PKK)

Permintaan Kualitas Customer (PKC)		<i>Performance</i> Kualitas Konstruksi PKK
Bahan	Bahan "Kunci Pintu" stainless steel	Strength
	Bahan Anak Kunci stainless steel	Tahan korosi
Estetika	Warna perak/chrom	Minimized painting
	Tangkai Penampang Profil	Filleted corner
Safety	Bentuk Anak Kunci 	Rumah kunci
	Menggunakan Anak Kunci	Sistem mekanis
	Penguncian dari Dalam dan Luar	Bentuk simetris
Pengoperasian	Dengan Tangkai	Gaya < 0,5 kg
	Tanpa <i>Remote Control</i>	Without motor
	Tanpa <i>Timer Control</i>	Without electr. circuit
	Ukuran "Kunci Pintu" Sedang	Dimensi
	Produksi Dalam Negeri	Ketersediaan komponen
	Umur 2 – 5 tahun	Minimized perunggu

c. Cara Optimasi dan Matrik Atap

Performance Kualitas konstruksi			Arah Optimasi
Kemudahan	Bentuk simetri	0	0
	Ketersediaan komponen	=>	X
	Without painting	0	#
	Without motor	0	#
	Without electr. circuit	0	#
Desain	Strength	=>	X
	Dimensi	<=	#
	Gaya < 0,5 kg	<=	#
	Sistem mekanis	0	#
	Tahan korosi	=>	#
	Filletted corner	0	#
	Minimized perunggu	<=	#
	Rumah kunci	=>	#

Catatan:

Arah Optimasi		Hubungan antara PKK	
<=	Minimum	⊖	Positif sekali
=>	Maksimum	0	Positif
0	Normal	X	Negatif
		#	Negatif sekali

d. Perbandingan antara PKC dan PKK

Perbandingan PKK

Dengan PKC		Nilai PKC	Kemudahan					Desain							
			PKK 1: Bentuk simetri	PKK 2: Ketersediaan komponen	PKK 3: Without painting	PKK 4: Without motor	PKK 5: Without electr. circuit	PKK 6: Strength	PKK 7 : Dimensi	PKK 8: Gaya < 0,5 kg	PKK 9: Sistem mekanis	PKK 10: Tahan korosi	PKK 11: Filleted corner	PKK 12: Minimized perunggu	PKK 13: Rumah kunci
Bahan	PKC 1: Bahan Kunci Pintu	33		Δ	O			⊕	O	O	Δ	⊕	Δ	⊕	Δ
	PKC 2: Bahan Anak Kunci	24		Δ	⊕			⊕	Δ	Δ	Δ	⊕	Δ	⊕	O
Estetika	PKC 3: Warna Kunci Pintu	15		Δ	⊕			Δ	Δ	Δ		⊕	Δ	⊕	Δ
	PKC 4: Bentuk Tangkai	15	O	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	O	⊕	⊕	O	⊕	O	Δ
Safety	PKC 5: Bentuk Anak Kunci	33	Δ	Δ				Δ	Δ	Δ	⊕	Δ	Δ	Δ	⊕
	PKC 6: Model Kunci Pintu	24	O	Δ				Δ	Δ	Δ	⊕		Δ	Δ	⊕
	PKC 7: Sistem Penguncian	33	⊕	O				O	O	O	O	Δ	Δ	Δ	⊕
Pengoperasia	PKC 8 : Dengan Tangkai	24	Δ	Δ		O	O	O	O	⊕	⊕	Δ	O	Δ	⊕
	PKC 9: Tanpa Remote Control	15				⊕	⊕	Δ	O	Δ			Δ	Δ	O
	PKC 10: Tanpa Timer Control	15				⊕	⊕	Δ	O	Δ			Δ		Δ
	PKC 11: Ukuran Kunci Pintu	24	O	Δ		Δ	Δ	Δ	⊕	O	O	Δ	Δ	Δ	O
	PKC 12: Pabrik	24	Δ	⊕	Δ	O	O	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
	PKC 13: Umur Kunci Pintu	33	O	Δ				⊕	Δ	O	O	⊕	O	⊕	Δ

Catatan:

Kuat	Θ : 9
Tengah	O : 3
Lemah	Δ : 1
Tidak ada	dikosongkan

e. Penentuan Rangking (Bobot) dari Permintaan Kualitas

PKK

Dengan PKC		Nilai PKC	Kemudahan					Desain							
			PKK 1: Bentuk simetri	PKK 2: Ketersediaan komponen	PKK 3: <i>Without painting</i>	PKK 4: <i>Without motor</i>	PKK 5: <i>Without electr. circuit</i>	PKK 6: <i>Strength</i>	PKK 7 : Dimensi	PKK 8: Gaya < 0,5 kg	PKK 9: Sistem mekanis	PKK 10: Tahan korosi	PKK 11: <i>Filletted corner</i>	PKK 12: <i>Minimized perunggu</i>	PKK 13: Rumah kunci
Bahan	PKC 1: Bahan Kunci Pintu	33	0	33	99	0	0	297	99	99	33	297	33	297	33
	PKC 2: Bahan Anak Kunci	24	0	24	216	0	0	216	24	24	24	216	24	216	72
Estetika	PKC 3: Warna Kunci Pintu	15	0	15	135	0	0	15	15	15	0	135	15	135	15
	PKC 4: Bentuk Tangkai	15	45	15	15	15	15	15	45	135	135	45	135	45	15
Safety	PKC 5: Bentuk Anak Kunci	33	33	33	0	0	0	33	33	33	297	33	33	33	297
	PKC 6: Model Kunci Pintu	24	72	24	0	0	0	24	24	24	216	0	24	24	216
	PKC 7: Sistem Penguncian	33	297	99	0	0	0	99	99	99	99	33	33	33	297
Pengoperasian	PKC 8 : Dengan Tangkai	24	24	24	0	72	72	72	72	216	216	24	72	24	216
	PKC 9: Tanpa <i>Remote Control</i>	15	0	0	0	135	135	15	45	15	0	0	15	15	45
	PKC 10: Tanpa <i>Timer Control</i>	15	0	0	0	135	135	15	45	15	0	0	15	0	15
	PKC 11: Ukuran Kunci Pintu	24	72	24	0	24	24	24	216	72	72	24	24	24	72
	PKC 12: Pabrik	24	24	216	24	72	72	24	24	24	24	24	24	24	24
	PKC 13: Umur Kunci Pintu	33	99	33	0	0	0	297	33	99	99	297	99	297	33



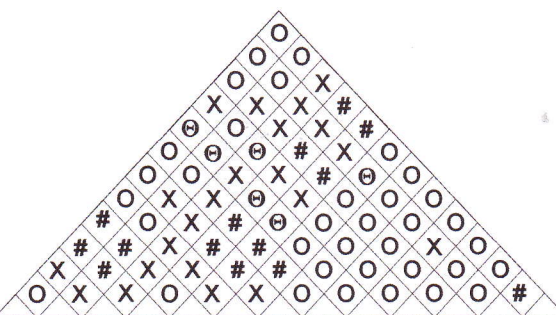
Σ	666	540	489	453	453	1146	774	870	1215	1128	546	1167	1350
Hasil Bobot PKK (%)	6.2	5.0	4.5	4.2	4.2	10.6	7.2	8.1	11.3	10.4	5.1	10.8	12.5

Catatan:

Kuat	⊕ : 9
Tengah	○ : 3
Lemah	Δ : 1
Tidak ada	dikosongkan

Phase 3: Rancangan Proses

Penyusunan *House of Quality (HoQ)*

Performance Kualitas Konstruksi (PKK)		Nilai PKK													
			0	II	0	0	0	II	II	II	0	II	0	II	II
			Kemudahan					Desain							
			PKK 1: Bentuk Simetri	PKK 2: Ketersediaan Komponen	PKK 3: Without Painting	PKK 4: Without Motor	PKK 5: Without electr. Circuit	PKK 6: Strength	PKK 7: Dimensi	PKK 8: Gaya < 0.5 kg	PKK 9: Sistem Mekanis	PKK 10: Tahan Korosi	PKK 11: Filleted Corner	PKK 12: Minimized Perunggu	PKK 13: Rumah Kunci
Bahan	PKC 1: Bahan Kunci	33		Δ	O			Θ	O	O	Δ	Θ	Δ	Θ	Δ
	PKC 2: Bahan Anak Kunci	24		Δ	Θ			Θ	Δ	Δ	Δ	Θ	Δ	Θ	O
Estetika	PKC 3: Warna Kunci Pintu	15		Δ	Θ			Δ	Δ	Δ		Θ	Δ	Θ	Δ
	PKC 4: Bentuk Tangkai	15	O	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	O	Θ	Θ	O	Θ	O	Δ
Safety	PKC 5: Bentuk Anak Kunci	33	Δ	Δ				Δ	Δ	Δ	Θ	Δ	Δ	Δ	Θ
	PKC 6: Model Kunci Pintu	24	O	Δ				Δ	Δ	Δ	Θ		Δ	Δ	Θ
	PKC 7: Sistem Penguncian	33	Θ	O				O	O	O	O	Δ	Δ	Δ	Θ
Pengoperasian	PKC 8: Dengan Tangkai	24	Δ	Δ		O	O	O	O	Θ	Θ	Δ	O	Δ	Θ
	PKC 9: Tanpa Remote Control	15				Θ	Θ	Δ	O	Δ			Δ	Δ	O
	PKC 10: Tanpa Timer Control	15				Θ	Θ	Δ	O	Δ			Δ		Δ
	PKC 11: Ukuran Kunci Pintu	24	O	Δ		Δ	Δ	Δ	Θ	O	O	Δ	Δ	Δ	O
	PKC 12: Pabrik	24	Δ	Θ	Δ	O	O	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
	PKC 13: Umur Kunci Pintu	33	O	Δ				Θ	Δ	O	O	Θ	O	Θ	Δ
Σ			666	540	489	453	453	1146	774	870	1215	1126	546	1167	1350
Hasil Bobot PKK (%)			6.2	5.0	4.5	4.2	4.2	10.6	7.2	8.1	11.3	10.4	5.1	10.8	12.5

3. KESIMPULAN

Data yang diperoleh dari susunan *House of Quality (HoQ)*:

No.	PKK	Hasil Bobot PKK (%)
1.	PKK 13: Rumah kunci	12.5
2.	PKK 9: Sistem mekanis	11.3
3.	PKK 12: <i>Minimized</i> perunggu	10.8
4.	PKK 6: <i>Strength</i>	10.6
5.	PKK 10: Tahan korosi	10.4
6.	PKK 8: Gaya < 0,5 kg	8.1
7.	PKK 7 : Dimensi	7.2
8.	PKK 1: Bentuk simetri	6.2
9.	PKK 11: <i>Filletted corner</i>	5.1
10.	PKK 2: Ketersediaan komponen	5
11.	PKK 3: <i>Without painting</i>	4.5
12.	PKK 4: <i>Without motor</i>	4.2
13.	PKK 5: <i>Without electr. circuit</i>	4.2

Untuk itu dapat disimpulkan:

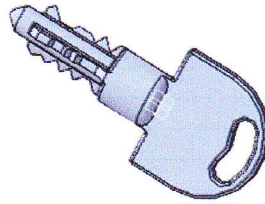
1. Yang perlu diperhatikan dalam pengembangan produk “Kunci Pintu” ini adalah:

No.	PKK	Hasil Bobot PKK (%)
1.	PKK 13: Rumah kunci	12.5
2.	PKK 9: Sistem mekanis	11.3
3.	PKK 12: <i>Minimized</i> perunggu	10.8
4.	PKK 6: <i>Strength</i>	10.6
5.	PKK 10: Tahan korosi	10.4

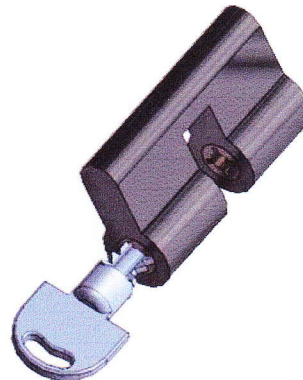
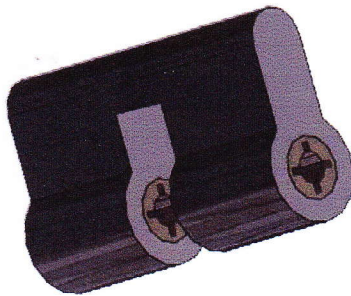
2. Berdasarkan situasi dan kondisi perusahaan saat ini, maka tim pengembang produk “Kunci Pintu” ini hanya akan memperhatikan:

No.	PKK
1.	PKK 13: Rumah kunci
2.	PKK 9: Sistem mekanis
3.	PKK 12: <i>Minimized</i> perunggu

3. Bentuk Anak Kunci akan dikembangkan menjadi seperti berikut:



4. Bentuk Rumah Kunci harus dirubah sesuai dengan bentuk Anak Kuncinya, menjadi seperti berikut:



DAFTAR PUSTAKA

- Cohen, lou, (1995), quality function development: how to make QFD work for you, Addison-wesley publishing company. Massachusetsusa
- Faizin, akhmad, (2005), pengembangan produk kunci, Teknik Mesin-ITS. Surabaya.
- Gasperz, Vincent. (1997), manajemen kualitas dalam industri jasa, PT. Gramedia. Jakarta.
- Gargione liuz Antonio, (1999). Using quality function development (QFD) in the design phase of an apartment construction project, prceeding LGLC-7,26-28 Juli 1999, university of California, Berkeley CA, USA.
- Pawitra, theresia A, dan key C. Tan, (2001), integrating serqual and kano's model into QFD for sevice excellence development, <http://www.emerald-library.com/ft>
- Zuliantoni, (2006), pengembangan produk alat penangkap ular dengan metode QFD, Teknik Mesin-ITS. Surabaya.